UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE
DOCUMENT CLASSIFICATION BARCODE SHEET

371 Application As-Filed

Level - 1
Version 1.1
Updated - 8/01/01
Set updated 3/01/02

UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE
DOCUMENT CLASSIFICATION BARCODE SHEET

Miscellaneous

10

Level - 2
Version 1.1
Updated - 8/01/01

JC20 Rec'd PCT/PTO 30 JUL 2001

°FORM PTO-1390 (REV 11-2000) — U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE PATENT AND TRADEMARK OFFICE

TRANSMITTAL LETTER TO THE UNITED STATES DESIGNATED/ELECTED OFFICE (DO/EO/US) CONCERNING A FILING UNDER 35 U.S.C. § 371

ATTORNEY'S DOCKET NUMBER	
449122007600	
U.S. APPLICATION NO. (If known, see 37 CFR 1.5)	
09/890235 (Not yet assigned)	

INTERNATIONAL APPLICATION NO.	INTERNATIONAL FILING DATE	PRIORITY DATE CLAIMED
PCT/DE00/00170	20 January 2000	28 January 1999

TITLE OF INVENTION: (COMPOSITE OF TWO PARTS FORMED USING A GLUE (AS AMENDED)

APPLICANT(S) FOR DO/EO/US: Winfried PLUNDRICH *et al.*

Applicant herewith submits to the United States Designated/Elected Office (DO/EO/US) the following items and other information:

1. ☒ This is a **FIRST** submission of items concerning a filing under 35 U.S.C. 371.
2. ☐ This is a **SECOND** or **SUBSEQUENT** submission of items concerning a filing under 35 U.S.C. 371.
3. ☐ This is an express request to begin national examination procedures (35 U.S.C. 371(f)). The submission must include items (5), (6), (9) and (21) indicated below.
4. ☒ The US has been elected by the expiration of 19 months from the priority date (PCT Article 31).
5. ☒ A copy of the International Application as filed (35 U.S.C. 371(c)(2))
   a. ☒ is attached hereto (required only if not communicated by the International Bureau).
   b. ☐ has been communicated by the International Bureau.
   c. ☐ is not required, as the application was filed in the United States Receiving Office (RO/US).
6. ☒ An English language translation of the International Application under PCT Article 19 (35 U.S.C. 371(c)(2)).
   a. ☒ is attached hereto.
   b. ☐ has been previously submitted under 35 U.S.C. 154(d)(4).
7. ☒ Amendments to the claims of the International Application under PCT Article 19 (35 U.S.C. 371(c)(3)).
   a. ☒ are attached hereto (required only if not communicated by the International Bureau).
   b. ☐ have been communicated by the International Bureau.
   c. ☐ have not been made; however, the time limit for making such amendments has NOT expired.
   d. ☐ have not been made and will not be made.
8. ☐ An English language translation of the amendments to the claims under PCT Article 19 (35 U.S.C. 371(c)(3)).
9. ☐ An oath or declaration of the inventor(s) (35 U.S.C. 371(c)(4)).
10. ☐ An English language translation of the annexes to the International Preliminary Examination Report under PCT Article 36 (35 U.S.C. 371(c)(5)).

Items 11. to 16. below concern document(s) or information included:

11. ☒ An Information Disclosure Statement under 37 CFR 1.97 and 1.98.
12. ☐ An assignment document for recording. A separate cover sheet in compliance with 37 CFR 3.28 and 3.31 is included.
13. ☒ A FIRST preliminary amendment.
14. ☐ A SECOND or SUBSEQUENT preliminary amendment.
15. ☐ A substitute specification.
16. ☐ A change of power of attorney and/or address letter.
17. ☐ A computer-readable form of the sequence listing in accordance with PCT Rule 13ter.2 and 35 U.S.C. 1.821 - 1.825.
18. ☐ A second copy of the published international application under 35 U.S.C. 154(d)(4).
19. ☐ A second copy of the English language translation of the international application under 35 U.S.C. 154(d)(4).
20. ☒ Other items or information: 1) IPER; 2) PCT Search Report; 3) Application Data Sheet; 4) Return receipt postcard; 5) Copy of German Application 199 03 357.9 as filed on January 28, 1999.

CERTIFICATE OF HAND DELIVERY

I hereby certify that this correspondence is being hand filed with the United States Patent and Trademark Office in Washington, D.C. on July 30, 2001.

R. Lynn Boyden

R. Lynn Boyden

dc-273233

JC17 Rec'd PCT/PTO 30 JUL 2001

U.S. APPLICATION NO. (if known, see 37 CFR 1.5) Not yet assigned 09/890235	INTERNATIONAL APPLICATION NO. PCT/DE00/00170	ATTORNEY'S DOCKET NUMBER: 449122007600

21. ☒ The following fees are submitted:

BASIC NATIONAL FEE (37 CFR 1.492(a)(1)-(5)):

	CALCULATIONS PTO USE ONLY
Neither international preliminary examination fee (37 CFR 1.482) nor international search fee (37 CFR 1.445(a)(2)) paid to USPTO and International Search Report not prepared by the EPO or JPO.....$1,000.00	
International preliminary examination fee (37 CFR 1.482) not paid to USPTO but International Search Report prepared by the EPO or JPO.....$860.00	
International preliminary examination fee (37 CFR 1.482) not paid to USPTO but international search fee (37 CFR 1.445(a)(2)) paid to USPTO.....$710.00	
International preliminary examination fee (37 CFR 1.482) paid to USPTO but all claims did not satisfy provision of PCT Article 33(1)-(4) $690.00	
International preliminary examination fee (37 CFR 1.482) paid to USPTO and all claims satisfied provisions of PCT Article 33(1)-(4) $100.00	
ENTER APPROPRIATE BASIC FEE AMOUNT =	$860.00
Surcharge of **$130.00** for furnishing the oath or declaration later than ☐ 20 ☒ 30 months from the earliest claimed priority date (37 CFR 1.492(e)).	$130.00

CLAIMS	NUMBER FILED	NUMBER EXTRA	RATE	
Total claims	2 - 20 =	0	x $18.00	$0
Independent claims	1 - 3 =	0	x $80.00	$0
MULTIPLE DEPENDENT CLAIM(S) (if applicable)			+ $270.00	$0

TOTAL OF ABOVE CALCULATIONS =	$990.00
☐ Applicant claims small entity status. See 37 CFR 1.27. The fees indicated above are reduced by ½.	$0
SUBTOTAL =	$990.00
Processing fee of **$130.00** for furnishing the English translation later than ☐ 20 ☐ 30 months from the earliest claimed priority date (37 CFR 1.492(f)). +	$0
TOTAL NATIONAL FEE =	$990.00
Fee for recording the enclosed assignment (37 CFR 1.21(h)). The assignment must be accompanied by an appropriate cover sheet (37 CFR 3.28, 3.31). **$40.00 per property** +	$0
TOTAL FEES ENCLOSED =	$990.00
Amount to be refunded:	$
charged:	$

a. ☒ Please charge my **Deposit Account No. 03-1952** in the amount of $990.00 to cover the above fees. A duplicate copy of this sheet is enclosed. A duplicate copy of this sheet is enclosed.

b. ☒ The Commissioner is hereby authorized to charge any additional fees that may be required, or credit any overpayment to **Deposit Account No. 03-1952**.

NOTE: Where an appropriate time limit under 37 CFR 1.494 or 1.495 has not been met, a petition to revive (37 CFR 1.137(a) or (b)) must be filed and granted to restore the application to pending status.

SEND ALL CORRESPONDENCE TO:

Kevin R. Spivak
Morrison & Foerster LLP
2000 Pennsylvania Avenue, N.W.
Washington, D.C. 20006-1888

SIGNATURE

Kevin R. Spivak
Registration No. 43,148

dc-273233

PATENT
Docket No. 449122007600

CERTIFICATE OF HAND DELIVERY

I hereby certify that this correspondence is being hand filed with the United States Patent and Trademark Office in Washington, D.C. on July 30, 2001.

R. Lynn Boyden

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In the application of:

Winfried PLUNDRICH *et al.*

Serial No.: Not yet assigned

Filing Date: July 30, 2001

For: COMPOSITE OF TWO PARTS, FORMED USNG A GLUE (AS AMENDED)

Examiner: Not yet Assigned

Group Art Unit: Not yet Assigned

PRELIMINARY AMENDMENT

Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

Sir:

Prior to examination on the merits, please amend this application as follows:

In the Title:

On page 1, please replace the title with the following:

COMPOSITE OF TWO PARTS, FORMED USING A GLUE

In the Specification:

Page 1 before the first paragraph, please delete the following:

~~Description~~

Page 1, between lines 4 and 5 has been amended to include the following:

CLAIM FOR PRIORITY

This application claims priority to International Application No. PCT/DE00/00170 which was published in the German language on August 3, 2000.

TECHNICAL FIELD OF THE INVENTION

Please replace the paragraph beginning on page 1, line 4, with the following rewritten paragraph:

The invention relates to the field of machine elements for designing a composite of two parts, and in particular, to composite of which one is a rare-earth permanent magnet and the other is a metallic support.

Page 1, between lines 7 and 8, has been amended to include the following:

BACKGROUND OF THE INVENTION

Please replace the paragraph beginning on page 1, line 8, with the following rewritten paragraph:

In a known composite of this type (DE 195 38 468 A1), a first part in the form of a cuboid permanent magnet is screwed onto a second part in the form of a cylindrical axle of a magnetic clutch. An epoxy resin-based glue which has a dual curing mechanism is used for this.

Page 2, between lines 5 and 6, has been amended to include the following:

SUMMARY OF THE INVENTION

In one embodiment of the invention, there is a composite having two parts. The composite being formed using a thermally curable glue that forms a spaced joint which includes for example, a rare-earth permanent magnet having a joint surface of at least 1000 mm^2 and a metallic support which is a ferromagnetic pole of an electrical machine. The glue includes an addition-crosslinking, single-component and self-adhesive silicone glue, the glue layer having a layer thickness of about 70 to 150 µm and includes spherical spacers in an amount of about 0.5 to about 5% by weight of the glue mass.

In one aspect of the invention, the diameter of the spacers and a thickness of the glue layer is between about 100 and about 125 µm.

DETAILED DESCRIPTION OF THE INVENTION

The invention is based on the discovery that a glue, as described in the Background of the Invention, is not suitable for the permanent bonding of certain large-surfaced parts, such as a rare-earth permanent magnet and an iron pole of an electrical machine. This is because the thermomechanical property level of the epoxy resin glue is not matched in such a way, to the opposed thermal expansion coefficients of the elements to be used, that the elasticity of the bond produced could meet the extreme requirements which exist whenever two glued parts with an opposed thermal expansion coefficient are used in a temperature range of from –30°C to 150°C. Such conditions are encountered, for example, in permanent-field synchronous motors for the propulsion systems of ships (Jahrbuch der schiffbautechnischen Gesellschaft [Shipbuilders' yearbook] 81 (1987), pp. 221 to 227). Depending on the size of the glued permanent magnets, and therefore on the size of the joint surface, thermally induced length-change differences between the glued parts of up to a few hundred µm can occur. The elasticity of the glued point or bond should permit such length-change differences.

Please replace the paragraph beginning on page 2, line 6, with the following rewritten paragraph:

The invention discloses design of a composite, in such a way as to provide a composite which is stable over a wide temperature range even for parts with an opposed expansion coefficient and a large joint surface.

Please replace the paragraph beginning on page 2, line 12, with the following rewritten paragraph:

In one embodiment, a joint surface of the rare-earth permanent magnet of at least 1000 mm^2 and a ferromagnetic pole of an electrical machine as metallic support, the glue includes an addition-crosslinking, single-component and self-adhesive silicone glue, the glue layer having a layer thickness of from about 70 to about 150 µm and includes spherical spacers in an amount of from 0.5 to 5% by weight of the glue mass.

Please replace the paragraph beginning on page 2, line 22, with the following rewritten paragraph:

Such a joint is distinguished by a highly elastic bond that is stable over a wide temperature range, with very good adhesion on the two parts. To adjust the spaced joint, spacers in the form of glass and/or ceramic spheres have proved advantageous. The glass and/or ceramic spheres are either incorporated into the silicone glue before it is applied to one of the parts, or is scattered over the pre-applied silicone glue bed while the joint is still open. Spacers having a thickness of between about 100 and about 125 µm are preferably used. The proportion in the silicone adhesive is preferably from 0.75 to 3, in particular approximately 1% by weight, expressed in terms of the total silicone glue mass.

Please replace the paragraph beginning on page 3, line 4, with the following rewritten paragraph:

When producing the composite, it is sufficient if the silicone glue is applied to one of the parts to be bonded. Application of the glue can be made to either of the two parts. The silicone glue is in this case, e.g. spread or applied using a dispenser technique to the parts.

Please replace the paragraph beginning on page 4, line 5, with the following rewritten paragraph:

Hence, the silicone glue must compensate, in the working temperature range, for length changes which - expressed in terms of the dimensions of the magnetic pieces - may be a few 100 µm. If the elasticity is insufficient, stresses occur in the glue bond so as to cause strength losses and premature failure of the bond. This has been confirmed by shear-strength studies on bonds, especially after exposure to heating cycles.

Please replace the paragraph beginning on page 4, line 13, with the following rewritten paragraph:

The production of a composite design according to the invention will be explained below.

Please replace the paragraph beginning on page 4, line 15, with the following rewritten paragraph:

An adhesive bed of the addition-crosslinking, single-component, self-adhesive silicone glue Q 3-6611 is first produced on one of the two parts. To that end, the silicone glue is spread over the parts with a layer thickness of about 100-125 µm. Since the silicone glue is a self-adhesive silicone glue, i.e. one provided with an internal adhesive, preliminary priming of the joint surface is not necessary. After the usual degreasing of the substrate surface, e.g. using a solvent, the silicone glue can be spread directly over the part. The wetting performance can be improved further, if required, by adding fumed silica. Glass spheres having a diameter of about 100 - 125 µm are then scattered over the prepared silicone glue bed in an amount of approximately 1% by weight, expressed in terms of the total silicone glue mass. The second part is then joined onto this layer, a spaced joint with a size equal to the diameter of the glass spheres being created. The final strength of the composite is reached by curing the silicone adhesive for about 2 hours at approximately 150°C.

On page 6, please replace "Patent Claims" with --WHAT IS CLAIMED IS--.

In the Claims:

1. (Amended) A composite having two parts, the composite being formed using a thermally curable glue that forms a spaced joint, comprising:

a rare-earth permanent magnet having a joint surface of at least 1000 mm^2; and

a metallic support which is a ferromagnetic pole of an electrical machine, wherein the glue includes an addition-crosslinking, single-component and self-adhesive silicone glue, the glue layer having a layer thickness of about 70 to 150 µm and includes spherical spacers in an amount of about 0.5 to about 5% by weight of the glue mass.

2. (Amended) The composite as claimed in claim 1, wherein the diameter of the spacers and a thickness of the glue layer is between about 100 and about 125 µm.

In the Abstract:

Please replace the Abstract in its entirety with the Abstract attached hereto.

REMARKS

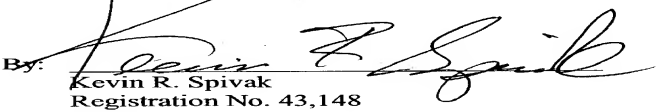
The above amendments to the specification, claims and abstract have been made to place the application in proper U.S. format and to conform with proper grammatical and idiomatic English. None of the amendments herein are made for reasons related to patentability. No new matter has been added.

Attached hereto is a marked-up version of the changes made to the specification and claims by the current amendment. The attached page is captioned "**Version with markings to show changes made**".

In the event that the transmittal letter is separated from this document and the Patent Office determines that an extension and/or other relief is required, applicant petitions for any required relief including extensions of time and authorizes the Commissioner to charge the cost of such petitions and/or other fees due in connection with the filing of this document to **Deposit Account No. 03-1952** referencing docket no. 449122007600. However, the Commissioner is not authoriz ed to charge the cost of the issue fee to the Deposit Account.

Respectfully submitted,

Dated: July 30, 2001

By: 

Kevin R. Spivak
Registration No. 43,148

Morrison & Foerster LLP
2000 Pennsylvania Avenue, N.W.
Washington, D.C. 20006-1888
Telephone: (202) 887-6924
Facsimile: (202) 263-8396

VERSION WITH MARKINGS TO SHOW CHANGES MADE

For the convenience of the Examiner, the changes made are shown below with deleted text in strikethrough and added text in underline.

In the Title:

On page 1, please replace the title with the following:

COMPOSITE OF TWO PARTS, FORMED USING A GLUE

In the Specification:

Page 1 before the first paragraph, please delete the following:

~~Description~~

Page 1, between lines 4 and 5 has been amended to include the following:

CLAIM FOR PRIORITY

This application claims priority to International Application No. PCT/DE00/00170 which was published in the German language on August 3, 2000.

TECHNICAL FIELD OF THE INVENTION

Paragraph beginning on line 4 of page 1 has been amended as follows:

The invention relates to the field of machine elements ~~and is to be used~~ for designing a composite of two parts, and in particular, to composite of which one is a rare-earth permanent magnet and the other is a metallic support.

Page 1, between lines 7 and 8, has been amended to include the following:

BACKGROUND OF THE INVENTION

Paragraph beginning on line 8 of page 1 has been amended as follows:

In a known composite of this type (DE 195 38 468 A1), a first part in the form of a cuboid permanent magnet is screwed onto a second part in the form of a cylindrical axle of a magnetic clutch. An epoxy resin-based glue which has a dual curing mechanism is used for this. ~~The invention is based on the discovery that such a glue is not, however, suitable for the~~

~~permanent bonding of certain large-surfaced parts, such as e.g. a rare-earth permanent magnet and an iron pole of an electrical machine, because the thermomechanical property level of the epoxy resin glue is not matched in such a way, to the opposed thermal expansion coefficients of the elements to be used, that the elasticity of the bond produced in this way could meet the extreme requirements which exist whenever two glued parts with an opposed thermal expansion coefficient are used in a temperature range of from -30°C to 150°C. Such conditions are encountered, for example, in permanent-field synchronous motors for the propulsion systems of ships (Jahrbuch der schiffbautechnischen Gesellschaft [Shipbuilders' yearbook] 81 (1987), pp. 221 to 227). Depending on the size of the glued permanent magnets, and therefore on the size of the joint surface, thermally induced length-change differences between the glued parts of up to a few hundred µm can occur; the elasticity of the glued point or bond should permit such length-change differences.~~

Page 2, between lines 5 and 6, has been amended to include the following:

SUMMARY OF THE INVENTION

In one embodiment of the invention, there is a composite having two parts. The composite being formed using a thermally curable glue that forms a spaced joint which includes for example, a rare-earth permanent magnet having a joint surface of at least 1000 mm^2 and a metallic support which is a ferromagnetic pole of an electrical machine. The glue includes an addition-crosslinking, single-component and self-adhesive silicone glue, the glue layer having a layer thickness of about 70 to 150 µm and includes spherical spacers in an amount of about 0.5 to about 5% by weight of the glue mass.

In one aspect of the invention, the diameter of the spacers and a thickness of the glue layer is between about 100 and about 125 µm.

DETAILED DESCRIPTION OF THE INVENTION

The invention is based on the discovery that a glue, as described in the Background of the Invention, is not suitable for the permanent bonding of certain large-surfaced parts, such as a rare-earth permanent magnet and an iron pole of an electrical machine. This is because the thermomechanical property level of the epoxy resin glue is not matched in such a way, to the opposed thermal expansion coefficients of the elements to be used, that the elasticity of the bond

produced could meet the extreme requirements which exist whenever two glued parts with an opposed thermal expansion coefficient are used in a temperature range of from –30°C to 150°C. Such conditions are encountered, for example, in permanent-field synchronous motors for the propulsion systems of ships (Jahrbuch der schiffbautechnischen Gesellschaft [Shipbuilders' yearbook] 81 (1987), pp. 221 to 227). Depending on the size of the glued permanent magnets, and therefore on the size of the joint surface, thermally induced length-change differences between the glued parts of up to a few hundred µm can occur. The elasticity of the glued point or bond should permit such length-change differences.

Paragraph beginning on line 6 of page 2 has been amended as follows:

~~It is therefore an object of the~~ The invention ~~to~~ discloses design of a composite, ~~having the features of the preamble of patent claim 1,~~ in such a way as to provide a composite which is stable over a wide temperature range even for parts with an opposed expansion coefficient and a large joint surface.

Paragraph beginning on line 12 of page 2 has been amended as follows:

~~This object is achieved according to the invention in that, in the case of~~ In one embodiment, a joint surface of the rare-earth permanent magnet of at least 1000 mm^2 and a ferromagnetic pole of an electrical machine as metallic support, the glue ~~consists of~~ includes an addition-crosslinking, single-component and self-adhesive silicone glue, the glue layer having a layer thickness of from about 70 to about 150 µm and ~~containing~~ includes spherical spacers in an amount of from 0.5 to 5% by weight of the glue mass.

Paragraph beginning on line 22 of page 2 has been amended as follows:

Such a joint is distinguished by a highly elastic bond that is stable over a wide temperature range, with very good adhesion on the two parts. To adjust the spaced joint, spacers in the form of glass and/or ceramic spheres have proved advantageous. The glass and/or ceramic spheres are either incorporated into the silicone glue before it is applied to one of the parts, or is scattered over the pre-applied silicone glue bed while the joint is still open. Spacers having a thickness of between about 100 and about 125 µm are preferably used. The proportion in the

silicone adhesive is preferably from 0.75 to 3, in particular approximately 1% by weight, expressed in terms of the total silicone glue mass.

Paragraph beginning on line 4 of page 3 has been amended as follows:

When producing the composite, it is sufficient if the silicone glue is applied to ~~only~~ one of the parts to be bonded. ~~Which of the two parts to which it is applied is not important.~~ Application of the glue can be made to either of the two parts. The silicone glue is in this case, e.g. spread or applied using a dispenser technique to the parts.

Paragraph beginning on line 5 of page 4 has been amended as follows:

~~This means that~~ Hence, the silicone glue must compensate, in the working temperature range, for length changes which - expressed in terms of the dimensions of the magnetic pieces - may be a few 100 µm. If the elasticity is insufficient, stresses occur in the glue bond so as to cause strength losses and premature failure of the bond. This has been confirmed by shear-strength studies on bonds, especially after exposure to heating cycles.

Paragraph beginning on line 13 of page 4 has been amended as follows:

The production of a composite design according to the invention will be explained ~~in more detail~~ below.

Paragraph beginning on line 15 of page 4 has been amended as follows:

An adhesive bed of the addition-crosslinking, single-component, self-adhesive silicone glue Q 3-6611 is first produced on one of the two parts. To that end, the silicone glue is spread over the parts with a layer thickness of about 100-125 µm. Since the silicone glue is a self-adhesive silicone glue, i.e. one provided with an internal adhesive, preliminary priming of the joint surface is not necessary. After the usual degreasing of the substrate surface, e.g. using a solvent, the silicone glue can be spread directly over the part. The wetting performance can be improved further, if required, by adding fumed silica. Glass spheres having a diameter of about 100 - 125 µm are then scattered over the prepared silicone glue bed in an amount of approximately 1% by weight, expressed in terms of the total silicone glue mass. The second part is then joined onto this layer, a spaced joint with a size equal to the diameter of the glass spheres

being created. The final strength of the composite is reached by curing the silicone adhesive for about 2 hours at approximately 150°C.

On page 6, please replace "Patent Claims" with --WHAT IS CLAIMED IS--.

In the Claims:

1. (Amended) A composite ~~of~~ having two parts, ~~of which one is a rare-earth permanent magnet and the other is a metallic support,~~
the composite being formed using a thermally curable glue that forms a spaced joint, comprising: ~~characterized in that~~
~~the~~ a rare-earth permanent magnet ~~has~~ having a joint surface of at least 1000 mm^2; and ~~the~~ a metallic support which is a ferromagnetic pole of an electrical machine, wherein ~~and in that~~ the glue ~~consists of~~ includes an addition-crosslinking, single-component and self-adhesive silicone glue,
the glue layer having a layer thickness of ~~from~~ about 70 to 150 µm and ~~containing~~ includes spherical spacers in an amount of ~~from~~ about 0.5 to about 5% by weight of the glue mass.

2. (Amended) The composite as claimed in claim 1, ~~characterized in that~~ wherein the diameter of the spacers, and ~~therefore the~~ a thickness of the glue layer, is between about 100 and about 125 µm.

In the Abstract:

Please replace the Abstract in its entirety with the Abstract attached hereto.

COMPOSITE OF TWO PARTS, FORMED USING A GLUE

Abstract

The invention relates to the field of machine elements for designing a composite of two parts, one of which is a rare-earth permanent magnet and the other of which is a metallic support.

1999 P 01114 WO

Description

Composite of two parts, formed using a glue

The invention relates to the field of machine elements and is to be used for designing a composite of two parts, of which one is a rare-earth permanent magnet and the other is a metallic support.

In a known composite of this type (DE 195 38 468 A1), a first part in the form of a cuboid permanent magnet is screwed onto a second part in the form of a cylindrical axle of a magnetic clutch. An epoxy resin-based glue which has a dual curing mechanism is used for this. - The invention is based on the discovery that such a glue is not, however, suitable for the permanent bonding of certain large-surfaced parts, such as e.g. a rare-earth permanent magnet and an iron pole of an electrical machine, because the thermomechanical property level of the epoxy resin glue is not matched in such a way, to the opposed thermal expansion coefficients of the elements to be used, that the elasticity of the bond produced in this way could meet the extreme requirements which exist whenever two glued parts with an opposed thermal expansion coefficient are used in a temperature range of from −30°C to 150°C. Such conditions are encountered, for example, in permanent-field synchronous motors for the propulsion systems of ships (Jahrbuch der schiffbautechnischen Gesellschaft [Shipbuilders' yearbook] 81 (1987), pp. 221 to 227). Depending on the size of the glued permanent magnets, and therefore on

the size of the joint surface, thermally induced length-change differences between the glued parts of up to a few hundred µm can occur; the elasticity of the glued point or bond should permit such length-change differences.

It is therefore an object of the invention to design a composite, having the features of the preamble of patent claim 1, in such a way as to provide a composite which is stable over a wide temperature range even for parts with an opposed expansion coefficient and a large joint surface.

This object is achieved according to the invention in that, in the case of a joint surface of the rare-earth permanent magnet of at least 1000 mm^2 and a ferromagnetic pole of an electrical machine as metallic support, the glue consists of an addition-crosslinking, single-component and self-adhesive silicone glue, the glue layer having a layer thickness of from 70 to 150 µm and containing spherical spacers in an amount of from 0.5 to 5% by weight of the glue mass.

Such a joint is distinguished by a highly elastic bond that is stable over a wide temperature range, with very good adhesion on the two parts. To adjust the spaced joint, spacers in the form of glass and/or ceramic spheres have proved advantageous. The glass and/or ceramic spheres are either incorporated into the silicone glue before it is applied to one of the parts, or is scattered over the pre-applied silicone glue bed while the joint is still open. Spacers having a thickness of between 100 and 125 µm are preferably used. The proportion in the silicone adhesive is pre-

ferably from 0.75 to 3, in particular approximately 1% by weight, expressed in terms of the total silicone glue mass.

When producing the composite, it is sufficient if the silicone glue is applied to only one of the parts to be bonded. Which of the two parts to which it is applied is not important. The silicone glue is in this case e.g. spread or applied using a dispenser technique to the parts.

A fumed silica, e.g. Aerosil, may be incorporated into the glue intended for the novel composite in an amount of from 0.1 to 20% by weight, preferably from 0.5 to 10% by weight or, particularly preferably, from 2 to 5% by weight, the % by weight referring to the total silicone glue mass. This positively influences the wetting performance of the silicone glue.

Addition-crosslinking, single-component and self-adhesive silicone glues are known per se. A silicone glue sold by the manufacturing company Dow-Corning under the reference "Q 3-6611" is preferably used for the novel composite. This glue is distinguished by a very high tensile strength, high expansion and high tear resistance in the temperature range mentioned in the introduction.

With the design according to the invention, glued composites of an iron pole and a magnetic material, e.g. a rare-earth permanent magnet material produced by powder metallurgy ("VACODYM"), with a glued surface of more than 1000 mm^2 can be mastered. The difficulty when producing such composites is that the large-surfaced

bonding partners have very different thermal expansion coefficients:

"Vacodym" -1×10^{-6}/K in the joint plane

iron 14.5×10^{-6}/K in the joint plane.

This means that the silicone glue must compensate, in the working temperature range, for length changes which - expressed in terms of the dimensions of the magnetic pieces - may be a few 100 µm. If the elasticity is insufficient, stresses occur in the glue bond so as to cause strength losses and premature failure of the bond. This has been confirmed by shear-strength studies on bonds, especially after exposure to heating cycles.

The production of a composite design according to the invention will be explained in more detail below.

An adhesive bed of the addition-crosslinking, single-component, self-adhesive silicone glue Q 3-6611 is first produced on one of the two parts. To that end, the silicone glue is spread over the parts with a layer thickness of 100-125 µm. Since the silicone glue is a self-adhesive silicone glue, i.e. one provided with an internal adhesive, preliminary priming of the joint surface is not necessary. After the usual degreasing of the substrate surface, e.g. using a solvent, the silicone glue can be spread directly over the part. The wetting performance can be improved further, if required, by adding fumed silica. Glass spheres having a diameter of 100 - 125 µm are then scattered over the prepared silicone glue bed in an amount of approximately 1% by weight, expressed in terms of the total silicone glue mass. The second part is then joined onto this layer, a spaced joint with a

size equal to the diameter of the glass spheres being created. The final strength of the composite is reached by curing the silicone adhesive for 2 hours at approximately 150°C.

A composite produced in this way was subjected to a shear-strength study. The shear strength in the initial state, and even after storage for 5 days at 150°C, was more than 5.7 N/mm^2 irrespective of whether it was measured at room temperature or at 150°C.

The addition-crosslinking silicone glue does not release any byproduct when it crosslinks. The composite produced thereby meets the adhesion requirement > 1 N/mm^2 at 150°C and fulfils the requirement, with respect to thermal stability, placed on a permanent-field motor for the propulsion systems of ships which have such a composite.

In the crosslinked state, the composite is virtually free of mechanical stresses and provides the requisite strength over the entire temperature range of from −30°C to 150°C, because the silicone glue crosslinks to form an elastomer with high expansion (250%) and high tear resistance.

Patent claims:

1. A composite of two parts, of which one is a rare-earth permanent magnet and the other is a metallic support,
the composite being formed using a thermally curable glue that forms a spaced joint,
characterized in that
the rare-earth permanent magnet has a joint surface of at least 1000 mm^2 and the metallic support is a ferromagnetic pole of an electrical machine
and in that the glue consists of an addition-crosslinking, single-component and self-adhesive silicone glue,
the glue layer having a layer thickness of from 70 to 150 μm and containing spherical spacers in an amount of from 0.5 to 5% by weight of the glue mass.

2. The composite as claimed in claim 1, characterized in that the diameter of the spacers, and therefore the thickness of the glue layer, is between 100 and 125 μm.

PCT WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales Büro
INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation 7 : C09J 183/04

A1

(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 00/44849

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 3. August 2000 (03.08.00)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE00/00170

(22) Internationales Anmeldedatum: 20. Januar 2000 (20.01.00)

(30) Prioritätsdaten:
199 03 357.9 28. Januar 1999 (28.01.99) DE

(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten ausser US)*: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, D–80333 München (DE).

(72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder *(nur für US)*: PLUNDRICH, Winfried [DE/DE]; Ritter–von–Halt–Strasse 3, D–82110 Germering (DE). WIPFELDER, Ernst [DE/DE]; Neumarkterstrasse 84/A, D–81673 München (DE). HEIN, Peter [DE/DE]; Lenthersteig 24, D–13629 Berlin (DE). WILCKE, Ralf [DE/DE]; Dualastrasse 15, D–13351 Berlin (DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT; Postfach 22 16 34, D–80506 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten: JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

Veröffentlicht
Mit internationalem Recherchenbericht.

(54) Title: METHOD–FOR–GLUING–TOGETHER–LARGE–SURFACED WORKPIECES–WITH–OPPOSED–EXPANSION COEFFICIENTS IN A STABLE MANNER AND COMPOSITE STRUCTURE PRODUCED IN THIS WAY

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM VERKLEBEN GROSSFLÄCHIGER WERKSTÜCKE MIT GEGENLÄUFIGEM AUSDEHNUNGSKOEFFIZIENTEN UND DAMIT HERGESTELLTER VERBUND

(57) Abstract

The invention relates to a method for gluing together large–surfaced parts with opposed expansion coefficients in a stable manner, and to a composite structure produced in this way, e.g. for gluing a permanent magnetic element to a ferromagnetic material for an iron pole in an electric machine. The resulting composite structure is temperature resistant and low–stress and can resist high shearing forces of up to 5,7 N/mm^2 even at high temperatures. The invention is designed for use in permanent magnet synchronous motors in the propulsion systems of ships.

(57) Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur stabilen Verklebung grossflächiger Teile mit gegenläufigem Ausdehnungskoeffizienten und einen damit hergestellten Verbund wie z.B. die Verklebung eines Dauermagnetelements mit einem ferromagnetischen Material bei einem Eisenpol in einer elektrischen Maschine. Der Verbund ist temperaturstabil, spannungsarm und widersteht auch bei hohen Temperaturen hohen Scherkräften bis zu 5,7 N/mm^2. Er ist für den Einsatz bei Permasynmotoren im Schiffsantrieb konzipiert.

PATENT
Docket No. 449122007600

DECLARATION FOR UTILITY PATENT APPLICATION

AS A BELOW-NAMED INVENTOR, I HEREBY DECLARE THAT:

My residence, post office address, and citizenship are as stated below next to my name.

I believe I am the original, first and joint inventor of the subject matter which is claimed and for which a patent is sought on the invention entitled: COMPOSITE OF TWO PARTS, FORMED USING A GLUE , the specification of which is attached hereto unless the following box is checked:

☒ was filed on July 30, 2001 as United States Application Serial No. 09/890,235.

I HEREBY STATE THAT I HAVE REVIEWED AND UNDERSTAND THE CONTENTS OF THE ABOVE-IDENTIFIED SPECIFICATION, INCLUDING THE CLAIMS, AS AMENDED BY ANY AMENDMENT REFERRED TO ABOVE.

I acknowledge the duty to disclose information which is material to the patentability as defined in 37 CFR § 1.56.

I hereby claim foreign priority benefits under 35 U.S.C. § 119(a)-(d) or § 365(b) of any foreign application(s) for patent or inventor's certificate, or § 365(a) of any PCT International application which designated at least one country other than the United States listed below and have also identified below, by checking the box, any foreign application for patent or inventor's certificate, or PCT International application having a filing date before that of the application on which priority is claimed:

Application No.	Country	Date of Filing (day/month/year)	Priority Claimed?
19903357.9	Germany	28/01/1999	☒Yes ☐No

I hereby claim benefit under 35 U.S.C. § 119(e) of any United States provisional application(s) listed below:

Application Serial No.	Filing Date

I hereby claim the benefit under 35 U.S.C. § 120 of any United States application(s), or § 365(c) of any PCT International application designating the United States, listed below and, insofar as the subject matter of each of the claims of this application is not disclosed in the prior United States or PCT International application in the manner provided by the first paragraph of 35 U.S.C. § 112, I acknowledge the duty to disclose information which is material to patentability as defined in 37 CFR § 1.56 which became available between the filing date of the prior application and the national or PCT International filing date of this application.

Application Serial No.	Filing Date	Status
PCT/DE00/00170	January 20, 2000	☐Patented ☒Pending ☐Abandoned

I hereby appoint the following attorneys and agents to prosecute this application and to transact all business in the Patent and Trademark Office connected therewith:

76

Lisa A. Amii (Reg No. 48,199)
Mehran Arjomand (Reg No. 48,231)
Sanjay S. Bagade (Reg No. 42,280)
Shantanu Basu (Reg No. 43,318)
Vincent J. Belusko (Reg No. 30,820)
Kimberly A. Bolin (Reg No. 44,546)
Tyler S. Brown (Reg No. 36,465)
A. Randall Camacho (Reg No. 46,595)
Robert K. Cerpa (Reg No. 39,933)
Alex Chartove (Reg No. 31,942)
Thomas E. Ciotti (Reg No. 21,013)
Matthew M. D'Amore (Reg No. 42,457)
Peter Davis (Reg No. 36,119)
Stephen C. Durant (Reg No. 31,506)
David L. Fehrman (Reg No. 28,600)
Thomas George (Reg No. 45,740)
Kenneth R. Glick (Reg No. 28,612)
Johney U. Han (Reg No. 45,565)
Alan S. Hodes (Reg No. 38,185)
Kelvan P. Howard (Reg No. P48,999)
Jill A. Jacobson (Reg No. 40,030)
Madeline I. Johnston (Reg No. 36,174)
Ararat Kapouytian (Reg No. 40,044)
Cameron A. King (Reg No. 41,897)
Kawai Lau (Reg No. 44,461)
Rimas T. Lukas (Reg No. 46,451)
Gladys H. Monroy (Reg No. 32,430)
Kate H. Murashige (Reg No. 29,959)
Mabel Ng (Reg No. P48,922)
Catherine M. Polizzi (Reg No. 40,130)
Robert E. Scheid (Reg. No. 42,126)
Terri Shieh-Newton (Reg No. 47,081)
Kevin R. Spivak (Reg No. 43,148)
Thomas L. Treffert (Reg No. P48,279)
Michael R. Ward (Reg No. 38,651)
Todd W. Wight (Reg No. 45,218)
David T. Yang (Reg No. 44,415)
George C. Yu (Reg No. 44,418)
Randolph Ted Apple (Reg No. 36,429)
Laurie A. Axford (Reg No. 35,053)
Erwin J. Basinski (Reg No. 34,773)
Richard R. Batt (Reg No. 43,485)
Jonathan Bockman (Reg No. 45,640)
Barry E. Bretschneider (Reg No. 28,055)
Nicholas Buffinger (Reg No. 39,124)
Mark R. Carter (Reg No. 39,131)
Peng Chen (Reg No. 43,543)
Thomas Chuang (Reg No. 44,616)
Cara M. Coburn (Reg No. 46,631)
Raj S. Davé (Reg No. 42,465)
Karen B. Dow (Reg No. 29,684)
Carolyn A. Favorito (Reg No. 39,183)
Hector Gallegos (Reg No. 40,614)
Debra J. Glaister (Reg No. 33,888)
Bruce D. Grant (Reg No. 47,608)
Douglas G. Hodder (Reg No. 41,840)
Charles D. Holland (Reg No. 35,196)
Peter Hsieh (Reg No. 44,780)
Wayne Jaeschke, Jr. (Reg No. 38,503)
Parisa Jorjani (Reg No. 46,813)
Richard C. Kim (Reg No. 40,046)
Lawrence B. Kong (Reg No. P49,043)
Glenn Kubota (Reg No. 44,197
Michael J. Mauriel (Reg No. 44,226)
Philip A. Morin (Reg No. P-45,926)
Paul S. Naik (Reg No. P49,075)
Martin M. Noonen (Reg No. 44,264)
Phillip Reilly (Reg No. 41,415)
Debra A. Shetka (Reg No. 33,309)
Rebecca Shortle (Reg No. 47,083)
Stanley H. Thompson (Reg No. 45,160)
Brenda J. Wallach (Reg No. 45,193)
E. Thomas Wheelock (Reg No. 28,825)
Frank Wu (Reg No. 41,386)
Peter J. Yim (Reg No. 44,417)
Karen R. Zachow (Reg No. 46,332)

and:

Please direct all communications to:

Kevin R. Spivak
Morrison & Foerster LLP
2000 Pennsylvania Avenue, N.W.
Washington, D.C. 20006-1888

Please direct all telephone calls to Kevin R. Spivak at (202) 887-6924.

I hereby declare that all statements made herein of my own knowledge are true and that all statements made on information and belief are believed to be true; and further that these statements were made with the knowledge that willful false statements and the like so made are punishable by fine or imprisonment, or both, under § 1001 of Title 18 of the United States Code and that such willful false statements may jeopardize the validity of the application or any patent issued thereon.

1 DO

06. 11. 2001 — Winfried Plundrich
Date

Name: Winfried PLUNDRICH
Residence: Ritter-von-Halt-Strasse 3, Germering, D-82110, GERMANY
Citizenship: GERMANY

DEX

2 DO

05.11.2001 — Ernst Wipfelder
Date

Name: Ernst WIPFELDER
Residence: Neumarkttertrasse 84/A, Munich, D-81673, GERMANY
Citizenship: GERMANY

DEX

Date

Name: Peter HEIN
Residence: Lenthersteig 24, Berlin, D-13629, GERMANY
Citizenship: GERMANY

Date

Name: Ralf WILCKE
Residence: Dualastrasse 15, Berlin, D-13351, GERMANY
Citizenship: GERMANY

and:

Please direct all communications to:

Kevin R. Spivak
Morrison & Foerster LLP
2000 Pennsylvania Avenue, N.W.
Washington, D.C. 20006-1888

Please direct all telephone calls to Kevin R. Spivak at (202) 887-6924.

I hereby declare that all statements made herein of my own knowledge are true and that all statements made on information and belief are believed to be true; and further that these statements were made with the knowledge that willful false statements and the like so made are punishable by fine or imprisonment, or both, under § 1001 of Title 18 of the United States Code and that such willful false statements may jeopardize the validity of the application or any patent issued thereon.

Date

Name: Winfried PLUNDRICH
Residence: Ritter-von-Halt-Strasse 3, Germering, D-82110, GERMANY
Citizenship: GERMANY

Date

Name: Ernst WIPFELDER
Residence: Neumarktertrasse 84/A, Munich, D-81673, GERMANY
Citizenship: GERMANY

3.00
06.11.01
Date

Name: Peter HEIN
Residence: Lenthersteig 24, Berlin, D-13629, GERMANY DEX
Citizenship: GERMANY

4.00
06.11.01
Date

Name: Ralf WILCKE
Residence: Dualastrasse 15, Berlin, D-13351, GERMANY DEX
Citizenship: GERMANY

UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE
DOCUMENT CLASSIFICATION BARCODE SHEET

Miscellaneous

10

Level - 2
Version 1.1
Updated - 8/01/01

Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets

Bescheinigung

Certificate

Attestation

Die angehefteten Unterlagen stimmen mit der ursprünglich eingereichten Fassung der auf dem nächsten Blatt bezeichneten europäischen Patentanmeldung überein.

The attached documents are exact copies of the European patent application described on the following page, as originally filed.

Les documents fixés à cette attestation sont conformes à la version initialement déposée de la demande de brevet européen spécifiée à la page suivante.

Patentanmeldung Nr. **Patent application No.** **Demande de brevet n°**

02022240.2

Der Präsident des Europäischen Patentamts;
Im Auftrag

For the President of the European Patent Office

Le Président de l'Office européen des brevets
p.o.

R C van Dijk

Anmeldung Nr:
Application no.: 02022240.2
Demande no:

Anmeldetag:
Date of filing: 02.10.02
Date de dépôt:

Anmelder/Applicant(s)/Demandeur(s):

BrainLAB AG
Ammerthalstrasse 8
85551 Kirchheim/Heimstetten
ALLEMAGNE

Bezeichnung der Erfindung/Title of the invention/Titre de l'invention:
(Falls die Bezeichnung der Erfindung nicht angegeben ist, siehe Beschreibung.
If no title is shown please refer to the description.
Si aucun titre n'est indiqué se referer à la description.)

Medizinische Navigation mit absoluter und relativer Referenz

In Anspruch genommene Priorität(en) / Priority(ies) claimed /Priorité(s) revendiquée(s)
Staat/Tag/Aktenzeichen/State/Date/File no./Pays/Date/Numéro de dépôt:

Internationale Patentklassifikation/International Patent Classification/
Classification internationale des brevets:

A61B19/00

Am Anmeldetag benannte Vertragstaaten/Contracting states designated at date of filing/Etats contractants désignées lors du dépôt:

AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC NL PT SE SK TR

Anwaltsakte: 53 962 XV
Anmelder: BrainLAB AG

Medizinische Navigation mit absoluter und relativer Referenz

Die Erfindung betrifft ein medizinisches Navigationssystem sowie ein Verfahren zur medizinischen Navigation.

Die medizinische Navigation wird – allgemein gesprochen – verwendet, um Ärzten bei der Lokalisierung und Positionierung der von Ihnen verwendeten Instrumente zu unterstützen, wobei meist eine Bildausgabe zur Verfügung steht, die dem Arzt aufzeigt, an welcher Stelle der Patientenanatomie er gerade seine Behandlung durchführt oder durchführen sollte. Die Patientenanatomie steht dabei aus bildgebenden Verfahren bereit, beispielsweise aus Computertomographie- oder Kernspintomographie-Aufnahmen.

Navigationssysteme gemäß dem Stand der Technik arbeiten auf der Basis der Erfassung bzw. Verfolgung von positionsgebenden Einrichtungen, wobei absolute Raumkoordinaten von Patienten, deren Körperteilen oder von medizinischen Instrumenten und Einrichtungen bestimmt und die Resultate zur bildunterstützten Behandlung zur Verfügung gestellt werden.

Es tritt nun bei solchen Navigationssystemen manchmal der Fall ein, dass die Übertragung zwischen den positionsgebenden Einrichtungen und den zugehörigen Erfassungseinrichtungen gestört wird. Beispielsweise im Fall eines optischen Navigationssystems kann es vorkommen, dass ein Arzt während der Behandlung in die direkte Linie zwischen Patienten- oder Instrumentenmarkierungen und den diese Markierungen verfolgenden Kameras gerät. In diesem Fall liegt ein sogenanntes Line-of-sight-Problem vor; weil die Sicht der Kameras auf die zu verfolgenden Markierungen blockiert ist, kann aktuell keine Positionsbestimmung erfolgen. Auch magnetische Navigationssysteme können ähnliche Probleme haben, beispielsweise wenn das erzeugte Basis-Magnetfeld für die zu verfolgenden Patienten- oder Instrumentenspulen momentan gestört wird, beispielsweise durch größere metallische Gegenstände.

Aus der US 6,351,659 B1 ist ein optisches Neuro-Navigationssystem bekannt, das auf der Basis von reflektierenden Markern arbeitet. Die US 6,374,134 B1 offenbart ein Verfahren sowie eine Einrichtung zur simultanen Anzeige während einer magnetischen Navigation. Ein medizinisches und diagnostisches Ultraschall-Bildunterstützungssystem ist beispielsweise aus der US 6,338,716 B1 bekannt. Drei weitere Navigations- bzw. Positionierungssysteme gehen aus der US 6,402,762 B2, der US 6,285,902 B1 und der US 5,782,765 hervor.

Die US 6,421,622 B1 beschreibt ein Verfahren und ein System zur dynamischen Lagebestimmung eines beschleunigenden Objektes. Die US 6,418,364 B1 beschreibt ein Verfahren zur Bestimmung einer Position und einer Richtung einer Arbeitsmaschine und aus der US 6,305,221 B1 ist ein Rotationssensorsystem bekannt, mit dem die Bewegung einer Person beim Laufen oder Gehen vermessen werden kann.

Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine medizinische Navigation dahingehend zu verbessern, dass Übertragungsprobleme von dem positionsgebenden Einrichtungen entschärft und die damit zusammenhängenden Navigations-Unterbrechungen überbrückt werden.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein medizinisches Navigationssystem gemäß dem Patentanspruch 1 sowie ein Verfahren zur medizinischen Navigation gemäß dem Patentanspruch 9 gelöst. Die Unteransprüche beschreiben bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung, welche ferner ein Programm umfasst, das, wenn es auf einem Computer läuft oder in einen Computer geladen ist, den Computer veranlasst, ein Verfahren, wie es in den Patentansprüchen beschrieben ist, durchzuführen, sowie ein Computerprogramm-Speichermedium für ein solches Programm.

Die Vorteile der vorliegenden Erfindung beruhen darauf, dass bei der medizinischen Navigation einerseits absolute Raumkoordinaten und andererseits relative Raumkoordinaten erfasst und einander zugeordnet werden können, um in ihrer Ergänzung eine jederzeit und von Übertragungsstörungen unabhängige, korrekte Navigation zu ermöglichen. Eine erste Navigationseinheit wird bereitgestellt, welche auf der Basis der Erfassung bzw. Verfolgung von positionsgebenden Einrichtungen absolute Raumkoordinaten von Patienten, deren Körperteilen oder von medizinischen Instrumenten und Einrichtungen bestimmt und die Resultate zur bild-

unterstützten Behandlung zur Verfügung stellt. Um Übertragungsstörungen, zum Beispiel das Line-of-sight-Problem dieser ersten Navigationseinheit zu überwinden, wird erfindungsgemäß eine zweite Navigationseinheit zur Verfügung gestellt, welche relative Positionsänderungen von ihr zugeordneten Objekten, insbesondere der Patienten, der Körperteile oder der medizinischen Instrumente und Einrichtungen erfasst, wobei die absoluten Raumkoordinaten mittels der Informationen über die relativen Positionsänderungen ergänzt, korrigiert oder ersetzt werden können. Damit steht mittels der zweiten, relativen Navigation ein Instrument zur Verfügung, mittels dem auch dann noch Lage- und Bewegungsinformationen für die zu verfolgenden Objekte bereitgestellt werden können, wenn die erste Navigationseinheit aufgrund von gestörter Übertragung über eine gewisse Zeitspanne keine solchen Informationen mehr liefern kann.

Die erste Navigationseinheit kann ein optisches Kamera-Trackingsystem mit aktiv oder passiv abstrahlenden Markierungen bzw. Markierungsanordnungen als positionsgebende Einrichtungen aufweisen, es ist aber ebenfalls möglich, die Erfindung umzusetzen, wenn die erste Navigationseinheit ein magnetisches bzw. induktives Trackingsystem mit Spulen oder induktiv erregbaren positionsgebenden Einrichtungen aufweist.

Gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung weist die zweite Navigationseinheit einen autarken Bewegungsdetektor, insbesondere mit einem Beschleunigungsmesser auf. Mit dem Begriff "autark" ist gemeint, dass dieses zweite Bewegungsdetektorsystem in sich abgeschlossen bzw. autonom funktioniert bzw. als integrale Einheit ausgebildet ist. Der Bewegungsdetektor ist also in seiner Erfassungstätigkeit nicht von äußeren Erfassungseinrichtungen abhängig, insbesondere muss er, um eine Bewegung des ihm zugeordneten Objektes, an dem er angebracht ist, der Richtung und dem Umfang nach zu erfassen nicht von außen verfolgt werden. Er kann selbst die Bewegung detektieren und ist damit nicht mehr den Problemen unterworfen, die auftreten, wenn positionsgebende Einrichtungen durch Kameras oder andere Trackingeinrichtungen verfolgt werden müssen. Er wird die erfassten Bewegungen an das integrierte medizinische Navigationssystem melden, wobei – wie später noch erläutert – hierzu Möglichkeiten zur Verfügung stehen, um solche Signale ungestört zu übertragen.

Die Kombination eines ersten, beispielsweise optischen Navigationssystems zur Erfassung absoluter Raumkoordinaten und eines Bewegungserfassungssystems, das dazu in der Lage ist, relative Koordinaten zu bestimmen, wird erfindungsgemäß ein integriertes System bereitstellen. Dieses System wird die herkömmliche, beispielsweise optische Navigation verwenden, um die erforderliche Genauigkeit und die absoluten Koordinaten zur Verfügung zu stellen, jedoch wird jedes Mal, wenn die Verbindung mit den positionsgebenden Einrichtungen unterbrochen ist, also beispielsweise ein Line-of-sight-Problem auftritt, der Bewegungsdetektor relative Koordinaten in Relation zur letzten von der ersten Navigationseinheit erfassten Position zur Verfügung stellen. Sobald die erste, absolute Navigation wieder funktioniert, also beispielsweise die Line-of-sight wieder frei wird, kann wieder auf der Basis des optischen Navigationssystems gearbeitet werden. Es steht deshalb die Genauigkeit des ersten, absoluten Navigationssystems, beispielsweise optischen Navigationssystems zur Verfügung, ohne dass die Unterbrechungsprobleme auftreten.

Dieselben Vorteile bietet die Erfindung natürlich auch dann, wenn ein sogenanntes Field-of-View-Problem auftritt, d.h. wenn das Trackingvolumen der ersten Navigationseinheit überschritten bzw. verlassen wird. Auch hier kann die zweite Navigationseinheit einspringen und Daten liefern, bis das zu trackende Objekt wieder in das Field-of-View der ersten Navigationseinheit eindringt.

Der Bewegungsdetektor kann auf verschiedenen Technologien basieren und beispielsweise einen Trägheitssensor, einen Kreiselsensor oder einen Schwerkraftsensor umfassen. Solche Bewegungsdetektoren sind grundsätzlich für andere Anwendungen, beispielsweise bei dreidimensional funktionierenden Computer-Eingabegeräten bekannt, und sie können mit entsprechenden Anpassungen erfindungsgemäß eingesetzt werden.

Die Weitermeldung der von der zweiten Navigationseinheit bereitgestellten Positions- bzw. Bewegungsdaten an das integrierte medizinische Navigationssystem kann über ein Kabelverbindung mit dem zu verfolgenden Objekt erfolgen, während auch die Möglichkeit besteht, einen Sender zu verwenden, insbesondere einen Funk-, Infrarot- oder Ultraschall-Sender. Hier bietet die vorliegende Erfindung die Möglichkeit, die im jeweiligen Anwendungsfall am wenigsten störende bzw. am wenigsten störbare Übertragungsweise auszuwählen.

Gemäß einer besonderen Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens erfolgt vor oder während der Navigation zu einem oder zu mehreren Zeitpunkten, an dem/denen sowohl die absoluten Raumkoordinaten als auch die relativen Positionsänderungen bestimmbar bzw. erfassbar sind, eine Kalibrierung bzw. Abstimmung der absoluten und der relativen Navigation. Die Navigationseinheit, welche die absoluten Raumkoordinaten bestimmt, wird dabei für eine on-line-Kalibrierung des Bewegungsdetektors verwendet, wodurch eine hohe Genauigkeit der integrierten Navigation zur Verfügung gestellt wird, da eine solche on-line-Kalibrierung bzw. aktuelle Kalibrierung jederzeit durchgeführt werden kann, wenn die Informationen von den positionsgebenden Einrichtungen ohne Unterbrechung bei der ersten Navigationseinheit ankommen.

Die Erfindung wird im Weiteren anhand eines Ausführungsbeispiels und unter Bezugnahme auf die beiliegende Zeichnung näher erläutert, die als Blockdiagramm die erfindungsgemäße Funktionsweise aufzeigt.

In der Zeichnung ist das erfindungsgemäße, integrierte medizinische Navigationssystem insgesamt mit dem Bezugszeichen 3 bezeichnet. Es umfasst ein optisches Navigationssystem 1 als erste Navigationseinheit sowie einen Bewegungsdetektor 2 als zweite Navigationseinheit. Das optische Navigationssystem 1 ist beispielsweise ein solches, wie es in der US 6,351,659 B1 des vorliegenden Anmelders beschrieben wird, deren Offenbarung hier durch Bezugnahme insgesamt aufgenommen wird. Es weist reflektierende Markeranordnungen an Patienten, deren Körperteilen bzw. an Instrumenten und medizinischen Einrichtungen auf, die über ein Infrarot-Kamerasystem erfasst und verfolgt werden. Mit dem optischen Navigationssystem 1 ist ein Bewegungsdetektor 2 integriert, der einen Beschleunigungsmesser, einen Schwerkraftsensor, einen Kreiselsensor oder einen Trägheitssensor mit zugehöriger Umsetzungs-Hard- und Software umfasst. Dieser Bewegungssensor 2 befindet sich beispielsweise an oder in einem chirurgischen Instrument oder an einem Patientenkörperteil.

Die erfindungsgemäße Navigation beginnt mit der Verwendung des optischen Navigationssystems 1. Bei diesem Schritt wird der Bewegungsdetektor 2 kalibriert, d. h. seine Position oder beispielsweise diejenige des Instrumentes, an dem er angebracht ist, wird in den absolu-

ten Raumkoordinaten des optischen Navigationssystems festgestellt. Der Bewegungsmelder wird dann so bewegt, dass er über die gesamte Bewegungsdauer vom optischen Navigationssystem erfassbar ist, und die Informationen über diese Bewegung aus dem optischen System 1 und dem relativen Bewegungsbestimmungssystem des Bewegungsdetektors 2 werden einander zugeordnet und abgeglichen. Nach der Kalibrierung ist sichergestellt, dass die Bewegungsinformationen des Bewegungsdetektors 2 mit denjenigen übereinstimmen, wie sie in absoluten Raumkoordinaten vom optischen Navigationssystem 1 ermittelt wurden.

Während der gesamten Prozedur werden die Koordinaten beider Systeme kontinuierlich gesammelt und miteinander verglichen. Es wird angenommen, dass die korrekten Raumkoordinaten diejenigen sind, die von dem optischen System 1 stammen.

Nach dem Start der Prozedur, beispielsweise der Patientenbehandlung, wird ständig überprüft, ob das optische System zwei aktuelle Navigationsdaten liefert oder nicht. Dies ist relativ einfach durchzuführen, da bei einer Blockierung der Line-of-sight vom optischen Navigationssystem keine Positionsinformationen mehr erhalten werden können, da die optischen Markeranordnungen nicht mehr sichtbar sind.

Die Vorgehensweise für den Zustand, bei dem die Sichtlinie (Line-of-sight) frei ist, wird in der unteren linken Hälfte der Figur dargestellt. Bei freier Sichtlinie gibt es kein Problem mit der genauen optischen Navigation, und deren Daten werden verwendet, um den behandelnden Arzt zu unterstützen. Es werden also vom System Koordinaten ausgegeben, mit Hilfe derer die bildunterstützte Behandlung erfolgen kann. Bei freier Sichtlinie kann jederzeit eine Kalibrierung, auch eine Zwischenkalibrierung für den Bewegungsdetektor 2 stattfinden. Wird im Laufe der Behandlung durch das optische Navigationssystem 1 festgestellt, dass die Sichtlinie blockiert ist, also keine Navigationsdaten von den Markierungen mehr ankommen, kann das erfindungsgemäße System diese fehlenden absoluten Navigationsinformationen nun durch relative Bewegungsinformationen ergänzen. Die neu errechneten relativen Positionen beziehen sich auf die letzten ermittelten absoluten Positionsinformationen, also die optisch ermittelten Daten zu dem Zeitpunkt, bevor die Sichtlinie unterbrochen wurde. Damit stehen auch zu dem Zeitpunkt, bei dem das optische Navigationssystem 1 keine Daten mehr liefert, Navigationsinformationen für den behandelnden Arzt zur Verfügung.

Sobald die Line-of-sight wieder frei ist, also das optische Navigationssystem die Position des interessierenden und getrackten Objektes wieder ermittelten kann, wird wieder optisch navigiert und es kann eine neue Kalibrierung des Bewegungsdetektors auf der Basis der neuen optischen Daten erfolgen.

Patentansprüche

1. Medizinisches Navigationssystem (3) mit einer ersten Navigationseinheit (1), welche auf der Basis der Erfassung bzw. Verfolgung von positionsgebenden Einrichtungen absolute Raumkoordinaten von Patienten, deren Körperteilen oder von medizinischen Instrumenten und Einrichtungen bestimmt und die Resultate zur bildunterstützten Behandlung zur Verfügung stellt, gekennzeichnet durch eine zweite Navigationseinheit (2), welche relative Positionsänderungen von ihr zugeordneten Objekten, insbesondere der Patienten, der Körperteile oder der medizinischen Instrumente und Einrichtungen erfasst, wobei die absoluten Raumkoordinaten mittels der Informationen über die relativen Positionsänderungen ergänzt, korrigiert oder ersetzt werden können.

2. Medizinisches Navigationssystem (3) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Navigationseinheit (1) ein optisches Kamera-Trackingsystem mit aktiv oder passiv abstrahlenden Markierungen bzw. Markierungsanordnungen als positionsgebenden Einrichtungen aufweist.

3. Medizinisches Navigationssystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Navigationseinheit (1) ein magnetisches bzw. induktives Trackingsystem mit Spulen oder induktiv erregbaren positionsgebenden Einrichtungen aufweist.

4. Medizinisches Navigationssystem (3) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Navigationseinheit (2) einen autarken Bewegungsdetektor, insbesondere mit einem Beschleunigungsmesser, aufweist, der Bewegungen des ihm zugeordneten Objektes, an dem er angebracht ist, der Richtung und dem Umfang nach erfasst und an das medizinische Navigationssystem (3) meldet.

5. Medizinisches Navigationssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Navigationseinheit (2) einen auf einem Trägheitssensor basierenden Bewegungsdetektor umfasst.

6. Medizinisches Navigationssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Navigationseinheit (2) einen auf einem Kreiselsensor basierenden Bewegungsdetektor umfasst.

7. Medizinisches Navigationssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Navigationseinheit (2) einen auf einem Schwerkraftsensor basierenden Bewegungsdetektor umfasst.

8. Medizinisches Navigationssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Navigationseinheit (2) Kabelverbindung oder einen Sender, insbesondere einen Funk-, Infrarot- oder Ultraschallsender aufweist, womit die relativen Positionsänderungen an einen Empfänger des medizinischen Navigationssystems (3) weitergegeben werden.

9. Verfahren zur medizinischen Navigation, bei dem auf der Basis der Erfassung bzw. Verfolgung von positionsgebenden Einrichtungen absolute Raumkoordinaten von Patienten, deren Körperteilen oder von medizinischen Instrumenten und Einrichtungen bestimmt und die Resultate zur bildunterstützten Behandlung zur Verfügung gestellt werden, und bei dem relative Positionsänderungen von Objekten, insbesondere der Patienten, der Körperteile oder der medizinischen Instrumente und Einrichtungen erfasst werden, wobei die absoluten Raumkoordinaten mittels der Informationen über die relativen Positionsänderungen ergänzt, korrigiert oder ersetzt werden.

10. Verfahren nach Anspruch 9, bei dem die absoluten Raumkoordinaten mittels eines optischen Kamera-Trackingsystem mit aktiv oder passiv abstrahlenden Markierungen bzw. Markierungsanordnungen als positionsgebenden Einrichtungen bestimmt werden.

11. Verfahren nach Anspruch 9, bei dem die absoluten Raumkoordinaten mittels eines magnetischen bzw. induktiven Trackingsystem mit Spulen oder induktiv erregbaren positionsgebenden Einrichtungen bestimmt werden.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 11, bei dem mittels eines autarken Bewegungsdetektor Bewegungen des ihm zugeordneten Objektes, an dem er angebracht ist, in Richtung und dem Umfang nach erfasst und an das medizinische Navigationssystem (3) gemeldet werden.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 12, bei dem die relativen Positionsänderungen mittels eines Trägheitssensors, eines Kreiselsensors oder eines Schwerkraftsensors erfasst und über eine Kabelverbindung oder einen Sender, insbesondere einen Funk-, Infrarot- oder Ultraschallsender an das medizinische Navigationssystem (3) weitergegeben werden.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 13, bei dem vor oder während der Navigation zu einem oder mehreren Zeitpunkten, an dem/denen sowohl die absoluten Raumkoordinaten als auch die relativen Positionsänderungen bestimmbar bzw. erfassbar sind, eine Kalibrierung bzw. Abstimmung der absoluten und der relativen Navigation erfolgt.

15. Programm, das, wenn es auf einem Computer läuft oder in einem Computer geladen ist, den Computer veranlasst, ein Verfahren gemäß einem der Ansprüche 9 bis 14 durchzuführen.

16. Computerprogramm-Speichermedium, das ein Programm nach Anspruch 15 aufweist.

Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft ein Medizinisches Navigationssystem (3) mit einer ersten Navigationseinheit (1) , welche auf der Basis der Erfassung bzw. Verfolgung von positionsgebenden Einrichtungen absolute Raumkoordinaten von Patienten, deren Körperteilen oder von medizinischen Instrumenten und Einrichtungen bestimmt und die Resultate zur bildunterstützten Behandlung zur Verfügung stellt, gekennzeichnet durch eine zweite Navigationseinheit (2), welche relative Positionsänderungen von ihr zugeordneten Objekten, insbesondere der Patienten, der Körperteile oder der medizinischen Instrumente und Einrichtungen erfasst, wobei die absoluten Raumkoordinaten mittels der Informationen über die relativen Positionsänderungen ergänzt, korrigiert oder ersetzt werden können. Sie betrifft ferner ein entsprechendes medizinisches Navigationsverfahren.

Figur 1